

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08185612 A

(43) Date of publication of application: 16.07.96

(51) Int. Cl.

G11B 5/39

(21) Application number: 06340503

(22) Date of filing: 29.12.94

(71) Applicant: YAMAHA CORP

(72) Inventor: SHOJI SHIGERU
TOYODA ATSUSHI

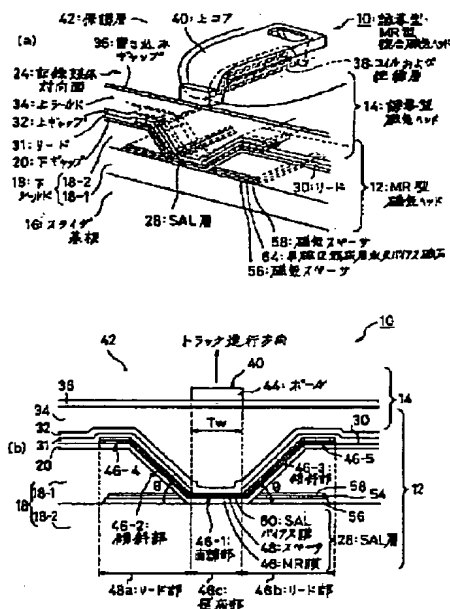
(54) MR HEAD AND ITS PRODUCTION

(57) Abstract:

PURPOSE: To obviate the occurrence of a side lobe and center mis-alignment which the off-track characteristics intrinsic to an MR head and to make possible high-density recording and reproducing by narrow tracks.

CONSTITUTION: A straight part 46-1 formed at the magnetization inversion boundary of recording signals of tracks and inclined parts 46-2, 46-3 formed to incline at an angle θ ; with these magnetization inversion boundary of the recording signals of the tracks on both side are formed on an MR film 46. Leads 30, 31 are connected by these inclined parts 46-2, 46-3.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(10) 日本国特許庁 (J.P.)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-185612

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

G11B 5/89

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 12 FD)

(21) 出願番号 特願平8-340503

(22) 出願日 平成8年(1994)12月29日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中区町10番1号

(72) 発明者 庄 司 茂

静岡県浜松市中区町10番1号 ヤマハ株式会社内

(72) 発明者 豊田 耀 志

静岡県浜松市中区町10番1号 ヤマハ株式会社内

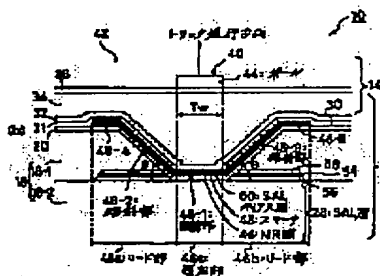
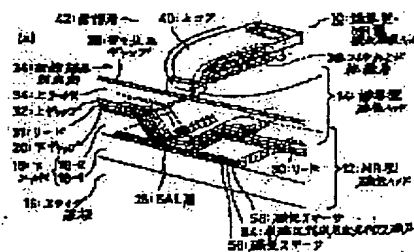
(74) 代理人 弁護士 加藤 邦彦

(54) 【発明の名称】 MRヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 MRヘッド固有のオフトラック特性であるサイドロープの発生や中心ずれを解消して、狭トラックによる高密度記録再生を可能にする。

【構成】 MR頭46に、トラックの記録信号の磁化反転境界に形成した直線部46-1と、その両側においてトラックの記録信号の磁化反転境界線に対し角度 θ をもって傾斜して形成された傾斜部46-2、46-3を形成する。リード30、31を傾斜部46-2、46-3にて接続する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 MR 膜が、記録媒体との対向面側から見て、略々直線状に形成された直線部と、その両側において当該直線部に対し傾斜して形成された傾斜部とを有してなる MR ヘッド。

【請求項 2】 前記直線部に感応部が形成されてなる請求項 1 記載の MR ヘッド。

【請求項 3】 前記感応部が前記直線部全体の幅よりも狭い幅に形成されてなる請求項 2 記載の MR ヘッド。

【請求項 4】 前記直線部の両側で、当該直線部と略々同一面上に前記 MR 膜の単磁区形成用永久バイアス磁石を配設してなる請求項 1～3 のいずれかに記載の MR ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかに記載の MR ヘッドを製造する方法であって、基板上に形成された下シールドを、1つの底面とその両側にそれぞれ傾斜面を持つように掘り込み加工し、当該掘り込みに沿って MR 素子材料を成膜することにより、当該掘り込みの底面に沿って前記 MR 膜の直線部を構成し、当該掘り込みの斜面に沿って前記 MR 膜の傾斜部を構成してなる MR ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ハードディスク用再生ヘッド等に用いられる MR（磁気抵抗効果）ヘッドの改良に関し、感度低下を防止しつつ MR 素子固有のオフトラック特性であるサイドロープの発生や中心ずれを抑制して、狭トラックによる高密度記録を可能にしたものである。

【0002】

【従来の技術】 MR ヘッドは、MR 素子を用いて磁気記録媒体の磁極から発生する磁界を検出して記録情報を再生する再生専用の磁気ヘッドで、誘導型磁気ヘッドに比べてトラック密度、線記録密度を向上できる利点があり、例えばハードディスク用の誘導型・MR 型複合磁気ヘッドとして、記録用の誘導型磁気ヘッドと組合わせて使用される。

【0003】 従来のハードディスク用誘導型・MR 型複合磁気ヘッドを図 2 に示す。図 2 において、(a) は断面側面図、(b) は記録媒体対向面側から見た斜視図である。誘導型・MR 型複合磁気ヘッド 10 は、MR 型磁気ヘッド 12（MR ヘッド）の上に誘導型磁気ヘッド 14 を積層して構成されている。両ヘッド 12、14 とともに薄膜形成技術を利用して作られている。

【0004】 MR 型磁気ヘッド 12 は、スライダ基板 16 の後端面に下シールド 18 が構成され、その上に絶縁層を構成する下ギャップ 20 が積層されている。下ギャップ 20 上には MR 膜 46、スペーサ 48、SAL バイアス膜 50 を積層した SAL 層（Soft Adjacent Layer：近接軟磁性層）28 がその先端部を記録媒体対向面

（スライダ面）24 に臨ませて構成されている。SAL 層 28 の左右両側には、リード（リード・コンダクタ）30、31 が接合されている。MR 膜 46 のうち、リード 30、31 が接合されていない部分が感応部となり、リード 30、31 が接合されている部分が非感応部となる。SAL 層 28 およびリード 30、31 の上には、絶縁層を構成する上ギャップ 32 が構成され、さらにその上に上シールド 34 が構成されている。

【0005】 誘導型磁気ヘッド 14 は、MR 型磁気ヘッド 12 の上シールド 34 を下コアとして兼用し、その上に書き込みギャップ 36、コイルおよび絶縁層 38、上コア 40、保護膜 42 を順次積層して構成されている。

【0006】 図 2 の誘導型・MR 型複合磁気ヘッド 10 は、記録時は、誘導型磁気ヘッド 14 のコイルに記録信号を流すことにより、上下コア 40、34 間のギャップ 36 に記録磁界が発生して、この磁界で記録媒体に対する記録が行なわれる。また、再生時は、MR 型磁気ヘッド 12 のリード 30、31 を通じて SAL バイアス膜 50 に電流を流して MR 膜 46 にバイアス磁界を印加した状態でリード 30、31 を通じて MR 膜 46 にセンス電流を流して記録媒体上のトラックをトレースすることにより、トラック上の情報に応じて MR 膜 46 の両端の電圧が変調されて再生が行なわれる。

【0007】 図 2 の誘導型・MR 型複合磁気ヘッド 10 の作製工程を図 3～4 を参照して説明する。

(1) 基板（アルチック（Al₂O₃-TiC）等のセラミック材等）16 の上に形成された保護膜（アルミナ（Al₂O₃）等）の上に下シールド 18 を形成する。下シールド 18 は、パーマロイ（NiFe）、センダスト等の軟磁性膜をスパッタ、蒸着あるいはメッキなどにより基板 16 上に堆積して構成される。下シールド 18 の上には、アルミナ等の非磁性材料で下ギャップ 20 を形成する。

【0008】 (2) 次に、MR 膜 46（NiFe 等）、スペーサ 48（Ti 等）、SAL バイアス膜 50（CoZrM（M は Nb、Mo 等）等）を積層して SAL 層 28 を形成する。

(3) SAL 層 28 を矩形にカットする。なお、MR 膜 46 はその長手方向（記録媒体の面に平行な方向）に磁化容易軸が形成される。

(4) SAL 層 28 の両端に電極取り出し用の高導電膜リード 30、31（W、Ta 等）を形成する。

【0009】 (5) SAL 層 28 およびリード 30、31 の上に上ギャップ 32（アルミナ等）の膜を形成する。

(6) 上シールド 34 を形成する。上シールド 34 は、書き込みヘッドの下コアを兼ねている。上シールド兼下コア 34 の上に書き込みのための書き込みギャップ 36（アルミナ等）を形成する。

(7) コイルおよび絶縁層 38 を形成する。

(8) コイルおよび絶縁層38を跨ぐように上コア40を形成し、書き込みヘッド(誘導型磁気ヘッド)とする。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ここで、磁気ヘッドのオフトラック特性について説明する。図5(a)は通常の誘導型磁気ヘッドにて書き込みおよび再生を行なう時の状態である。書き込み時には、ある任意の位置(トラック)で書き込まれた信号は、略々ボール幅 T_w で記録媒体(ハードディスク)に記録される。次に、これを再生すると、トラック幅 T_w の頂度真上にボール先端が来た時に最良の再生感度を示す。ボールが記録媒体の移動方向と直角な方向(トラック幅方向)に移動した時は、トラック幅からずれる程再生出力は低下する。図5

(a)でボールが右側へずれた時を+、左側へずれた時を-とすると、再生出力は図5(b)に示す特性(オフトラック特性)となる。すなわち、通常の誘導型磁気ヘッドのオフトラック特性は、記録媒体上に書き込まれたトラック幅の中心とボール幅の中心が一致した時が最高感度となり、ボールがトラック幅方向にずれるに従い再生感度は左右対称に均等に減少する。

【0011】これに対し、MR型・誘導型複合磁気ヘッドでは、MR型磁気ヘッドで再生した時のオフトラック特性を測定すると、図6に示すようにトラック中心に対し非対称となり、かつサイドロープと呼ばれる小さなこぶが生じる。その原因について図7を参照して説明する。

【0012】図7は、記録媒体に書き込まれたトラック52と図2のMR型磁気ヘッド12との相対位置とその再生出力の関係を示したものである。相対位置は記録媒体の面に垂直な断面で示している。MR膜46のうち、リード30、31が接合された部分(非感応部)をリード部46a、46bと言い、それらの間の部分を感応部46cと言う。感応部46cの磁化の変化によって再生出力が変動する。感応部46cの幅はトラック52の幅と略々等しい。ここでは、MR膜46には、左から右にゼンズ電流が流れているものとする。また、トラック52からの磁化のベクトルは上向きであるとして説明する。

【0013】感応部46cは、SALバイアス膜50(図2(b))に流れる電流によってバイアス磁界がかけて、最も感度が高くなるように磁化の向きが約45°に設定されている。MR膜46内に示した実線は外部磁界がない時のMR素子46内の磁化であり、点線はトラック52からの磁界によるMR膜46内の磁化回転を示す。感応部46cに対し、トラックが左にずれた場合を-とし、右にずれた場合を+とする。図7の各々の場合について説明する。

【0014】(1) トラック52が一位置でリード部46aにある時は、トラック52からの磁界によってリ

ード部46aの磁化が影響を受け、これに伴って感応部46cの磁化は右回転のベクトルを受ける。この右回転のベクトルはMR膜46の一軸異方性が強ければ強いほど大きく現われる。

(2) トラック52が右に行くと、トラック52からの磁界が感応部46cに直接作用し、感応部46cの磁化をさらに右回転させる。これにより、再生出力は増加していく。

(3) トラック52が感応部46cと一致する付近で感応部46cの磁化ベクトルは最も右回転が強められ、出力が最大に達する。

【0015】(4) トラック52がトラック中心から右にずれると、トラック52からの磁界がリード部46bに影響し、感応部46cの磁化を左回転させるように作用する。したがって、感応部46cの磁化を右回転させる作用が打ち消され、急速に出力が減少する。そして、トラック52の磁界が感応部46cに直接作用して感応部46cの磁化を右回転させる磁化ベクトルと、トラック52からの磁界がリード部46bに作用してそれに伴って感応部46cの磁化を左回転させる磁化ベクトルが丁度釣り合ったところで出力は0となる。

【0016】(5) トラック52がさらに右にずれると、トラック52からの磁界がリード部46bに作用して感応部46cの磁化を左回転させる磁化ベクトルが強くなり、逆位相の出力が出始める。この逆位相の出力は、トラック52がリード部46bからさらに右に外れるにしたがって減少していく。

【0017】以上のようにして図6のオフトラック特性の非対称性が現われる。しかも感応部46cの幅(トラック幅)を小さくすればするほどサイドロープが大きくなる。また、この関係は、電流の向きが反対になれば丁度反対になり、今度は左側にサイドロープが発生する。このようなサイドロープの発生はトラッキングサーボに大きな障害をもたらす。狭トラックでのサーボができなくなるため、高密度記録を実現する上での障害となっていた。

【0018】サイドロープを低減する方法として、MR膜46の左右の非感応部(リード30、31が接合されている部分)に重ねて配設される一軸異方性バイアス磁石膜(図示せず)の磁化(MR膜46の異方性磁界と同じ向き)を強めることが考えられる。しかし、こうすると、MR膜46の磁化の向きを45°に保つためにはSALバイアス膜50によるバイアス磁界を強めなければならない。記録媒体からの磁界に対するMR膜46の磁化の向きの変化(すなわちMR膜46の抵抗変化)が小さくなり、再生感度が低下する。これは特に狭トラックのときに著しい。

【0019】この発明は、従来の技術における問題点を解決して、感度低下を防止しつつMR素子のオフトラック特性を改善して、狭トラックによる高密度記録再生を

可能にしたMRヘッドを提供しようとするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のMRヘッドは、MR膜が、記録媒体との対向面側から見て、時々直線状に形成された直線部と、その両側において当該直線部に対し傾斜して形成された傾斜部とを有してなるものである。

【0021】請求項2記載のMRヘッドは、前記直線部に感応部が形成されてなるものである。

【0022】請求項3記載のMRヘッドは、前記感応部が前記直線部全体の幅よりも狭い幅に形成されてなるものである。

【0023】請求項4記載のMRヘッドは、前記直線部の両側で、当該直線部と時々同一面上に前記MR膜の単磁区形成用永久バイアス磁石を配設してなるものである。

【0024】請求項5記載のMRヘッドの製造方法は、請求項1～4のいずれかに記載のMRヘッドを製造する方法であって、基板上に形成された下シールドを、1つの底面とその両側にそれぞれ傾斜面を持つように掘り込み加工し、当該掘り込みに沿ってMR素子材料を成膜することにより、当該掘り込みの底面に沿って前記MR膜の直線部を構成し、当該掘り込みの斜面に沿って前記MR膜の傾斜部を構成してなるものである。

【0025】

【作用】請求項1～4記載のMRヘッドによれば、MR膜が時々直線状に形成された直線部と、その両側において直線部に対し傾斜して形成された傾斜部を有するので、傾斜部がトラックの記録信号に対しアジマス角を生じ、傾斜部の再生感度が大幅に低下する。したがって、トラックが直線部から左右にずれても傾斜部に対するトラックからの磁界の影響が小さくなり、これにより傾斜部から感応部の磁化に与える影響も小さくなる。したがって、オフトラック特性の左右対称性が改善され、サイドローブも低減される。これにより、狭トラックでもトラックングサーボが可能になり、高密度記録再生が実現可能となる。また、隣接トラックからのクロストークも低減される。また、一軸異方性バイアス磁界を強めずにサイドローブを低減できるので、再生感度の低下も防止される。

【0026】請求項2記載の発明によれば、直線部に感応部を形成したので、傾斜部が非感応部となり、傾斜部の影響を受けずに直線部でトラックの記録信号を検出することができる。

【0027】請求項3記載の発明によれば、感応部を直線部の全幅よりも狭い幅に形成したので、非感応部が直線部の両端部に少しかかったところまで形成されて、傾斜部の影響をより低減することができる。

【0028】請求項4記載の発明によれば、直線部の両側で、直線部と時々同一面上にMR素子の単磁区形成用

永久バイアス磁石を配設したので、直線部と傾斜部の境界部分の段差による形状異方効果が減じられて、MR素子の一軸異方性が改善される。

【0029】請求項5記載のMRヘッドの製造方法によれば、基板上に形成された下シールドを1つの底面とその両側にそれぞれ傾斜面を持つように掘り込み加工し、この掘り込みに沿ってMR素子材料を成膜することにより、掘り込みの底面に沿ってMR膜の平行部を構成し、掘り込みの斜面に沿ってMR膜の傾斜部を構成して請求項1～4のMRヘッドを作ることができる。

【0030】

【実施例】この発明のMRヘッドの一実施例を図1に示す。これはハードディスク用誘導型・MR型複合磁気ヘッドとして構成したものである。図1において、(a)は記録媒体対向面側から見た斜視図、(b)はその正面図である。誘導型・MR型複合磁気ヘッド10は、MR型磁気ヘッド12(MRヘッド)の上に誘導型磁気ヘッド14を積層して構成されている。両ヘッド12、14とも薄膜形成技術を利用して作られている。

【0031】MR型磁気ヘッド12は、スライダ基板16の後端面に下シールド18が2層(18-1、18-2)に構成されている。下シールド18-2は逆台形状に掘り込まれている。下シールド18の上には、この逆台形状に沿って絶縁層を構成する下ギャップ20が積層されている。下ギャップ20上には、MR膜46(MR素子)、スペーサ48、SALバイアス膜50を積層したSAL層28が成膜されている。これにより、MR膜46には、再生時にトラックの記録信号の磁化反転境界線に対し時々平行に配置される(言い換えれば、書き込みギャップ36と時々平行に配置される)時々直線状の直線部46-1と、その両側において直線部46-1に対し(したがって、トラックの記録信号の磁化反転境界線に対し)角度θをもって傾斜して形成された傾斜部46-2、46-3と、さらにその外側において下シールド18の頂面上に形成された外縁部46-4、46-5が構成されている。

【0032】なお、傾斜部46-2、46-3の角度θは、

$$20^{\circ} < \theta < 75^{\circ}$$

位が望ましい。すなわち、角度θは大きいほうがアジマス効果が大きく得られるが、あまり大きすぎると、図15に示すように、傾斜部46-2、46-3でSAL層28の堆積膜(スパッタ等による)が薄くなる。また、傾斜部46-2、46-3と直線部46-1との境界部分(段差部)でSAL層28に積層不良(クレパス)が生じ、著しい場合は導通しなくなる。したがって、SAL層28を均一に積層しかつ積層不良をなくすには、角度θの上限は75°位が望ましい。

【0033】一方、角度θがあまり小さいと、傾斜部46-2、46-3と直線部46-1との境界が明確にな

らなくなる。また、アジマス効果が低下する。したがって、角度 θ の下限は 20° 位が望ましい。

【0034】下シールド18-1と18-2の間には、MR膜46の直線部46-1を挟んでその両側にかつ直線部46-1と略々同一面上に単磁区形成用の固定バイアス用永久磁石54（一軸異方性バイアス磁石膜）が磁気スペーサ56、58で挟まれた状態で配設されている。この単磁区形成用永久バイアス磁石54はMR膜46の直線部46-1と傾斜部46-2、46-3との間の隙差（境界部分）で生じる形状異方効果を減じてMR膜46の一軸異方性を改善する働きをする。単磁区形成用永久バイアス磁石54は、MR膜46のトラック幅に平行な方向（MR膜46の磁化容易軸方向）に垂直されている。MR膜46の傾斜部46-2、46-3は、この固定バイアス磁石54を跨ぐようにしてトラック幅方向に延びている。

【0035】SAL層28の上には、リード30、31が、傾斜部46-2、46-3の始まる直前の直線部46-1の両端部付近から傾斜部46-2、46-3および外縁部46-4、46-5にかけて形成されている。これにより、MR膜46は、直線部46-1（正確には直線部46-1のうちリード30、31で挟まれた区間）が感応部46cを構成し、リード30、31が形成された傾斜部46-2、46-3および外縁部46-4、46-5がリード部46a、46b（非感応部）を構成する。

【0036】リード30、31を傾斜部46-2、46-3だけでなく、少し直線部46-1にかかるように形成するのは、次の理由による。すなわち、SAL層28を形成した上にリード30、31を成膜する場合、例えば図16(a)に示すように、レジスト45を塗布して、マスク47を配置して露光し、これを現像することにより、同(b)に示すように露光された部分のレジスト45が残り、その上からリード材を成膜することによりリード30、31が形成されるが、傾斜部46-2、46-3にてあるいは傾斜部46-2、46-3と直線部46-1のちょうど境界部分にてレジスト45をカットしようとすると、傾斜部46-2、46-3からの反射光により、レジスト45を垂直にカットできない。したがって、トラック幅も決まらないことが多い。

【0037】そこで、傾斜部46-2、46-3から離れた直線部46-1にてレジスト45をカットすることにより、傾斜部46-2、46-3からの反射光の影響がなくなり、カット位置を正確にコントロールして、トラック幅を高精度に加工することができる。また、傾斜部46-2、46-3で再生感度を持つと、記録媒体上の書き込み信号と干渉を起こし、不要信号ノイズとして正規の信号に重畳されることがあり、好ましくない。正規の信号の再生感度は、直線部46-1でのみとれるようにする必要がある。リード部30、31を少し直線部

46-1にかかるところまで形成することにより、傾斜部46-2、46-3の影響をなくすることができる。このような理由で、図1の実施例では、感応部46cの幅(Tw)が直線部46-1全体の幅よりもやや狭い幅に形成されている。

【0038】SAL層28およびリード30、31の上には、絶縁層を構成する上ギャップ32が構成され、さらにその上に上シールド34が構成されている。

【0039】誘導型磁気ヘッド14は、MR型磁気ヘッド12の上シールド34を下コアとして兼用し、その上に書き込みギャップ36、コイルおよび絶縁層38、上コア40、保護膜42を順次積層して構成されている。

【0040】図1の誘導型・MR型複合磁気ヘッド10は、記録時は、誘導型磁気ヘッド14のコイルに記録信号を流すことにより、上下コア40、34間のギャップ36に記録磁界が発生して、この磁界で記録媒体に対する記録が行なわれる。また、再生時は、MR型磁気ヘッド12のリード30、31を通じてSALバイアス膜50に電流を流してMR膜46にバイアス磁界を印加した状態でリード30、31を通じてMR膜46にセンス電流を流して記録媒体上のトラックをトレースすることにより、トラック上の情報に応じてMR膜46の両端の電圧が変調されて再生が行なわれる。誘導型磁気ヘッド14による書き込みトラック幅Twは上コア40のポール幅で規定され、MR膜46の感応部46cの幅（リード30、31間の距離）はトラック幅Twに略々等しく設定される。

【0041】以上の構成によれば、再生時には、図8に示すように、MR膜46の感応部46cがトラック52の記録信号の磁化反転境界線60に対し平行に（アジマス角 0° で）トレースする。これに対し、リード部46a、46bを構成する傾斜部46-2、46-3は記録信号の磁化反転境界線60に対しアジマス角 θ （ θ は例えば 40° 前後）をもってトレースする。

【0042】図9は、トラック幅が2.5 μ mの時のMR素子のアジマス角 θ と再生出力の関係を示した実験結果である（記録密度70KBPIの時）。これによれば、アジマス角 θ が 40° のときの再生出力は、アジマス角 θ が 0° のときの約 $1/4$ に低下する。したがって、図1のMR膜46によれば、トラックの記録信号に対し、感応部46cでは従来どおりの高い感度が得られ、リード部46a、46bでは拾う信号の量を大幅に低減させることができる。したがって、トラック52が感応部46cから左右にずれても、感応部46c以外からの信号の影響が少なくなり、オフトラック特性は図10に示すように、中心ずれやサイドローブの発生が抑えられたものとなる。これにより狭トラックでもトラックングサーボが可能になり、高密度記録再生が可能となる。また、隣接トラックからのクロストークも低減される。

【0043】なお、リード部46a、46bの外側の外縁部46-4、46-5は記録信号の磁化反転境界線60に対し平行であるが、感応部46cから離れているため、再生出力には影響を及ぼさない。

【0044】図1の誘導型・MR型複合磁気ヘッド10の作製工程を図11～図13を参照して説明する。

(1) 基板(アルチック(A12O3-TiO)等のセラミック材等)16の上に形成された保護膜(アルミナ(A12O3)等)の上に下シールド18-1を形成する。下シールド18-1は、パーマロイ(NiFe)、センダスト等の軟磁性膜をスパッタ、蒸着あるいはメッキなどにより基板16上に堆積して構成される。

【0045】(2) 下シールド18-1の上に、磁気スペーサ56(アルミナ等)、単磁区形成用永久バイアス磁石54、磁気スペーサ58(アルミナ等)をサンドイッチ状に形成して、矩形にカットする。

(3) その上に下シールド18-2と同じ材料で下シールド18-2を成膜する。これにより、下シールド18内に単磁区形成用永久バイアス磁石54および磁気スペーサ56、58が配設された状態となる。

【0046】(4) 下シールド18-2および磁気スペーサ58、単磁区形成用永久バイアス磁石54、磁気スペーサ56を掘り込み加工して、1つの底面70とその両側に傾斜面72、74を持つように逆台形状にカットする。掘り込み加工の一例を図14に示す。これは、

(i) 下シールド18-2の上にレジスト76をパターンカットし、ついで(ii)レジスト76を加熱して溶融フローし、さらに(iii)アルゴンイオン等を用いたイオンエッチング等によって掘り込み加工(ミリング)したものである。

【0047】(5) 掘り込み加工した上にギャップ材(アルミナ等)をスパッタ等により付けて下ギャップ20を形成する。下ギャップ20の上にMR膜46(NiFe等)、スペーサ48(Ti等)、SALバイアス膜50(CoZrM(Mは、Nb、Mo等)等)を積層して、矩形にカットし、SAL層28を形成する。MR膜46はその長手方向(記録媒体の面に平行な方向)に磁化容易軸が形成される。

【0048】(6) SAL層28の上に電極取り出し用の高導電膜リード材(W、Ta等)を成膜する。このリードはSAL層28の底面両端部付近でカットされて、リード30、31が形成される。成膜方法は、例えば前記図6に記載の方法による。

(7) リード30、31の上にギャップ32(アルミナ等の無機絶縁材)の膜を形成する。

【0049】(8) 軟磁性膜(NiFe、センダスト等)をメッキ、あるいは蒸着、スパッタ等で堆積して、上シールド34を形成する。上シールド34は、書き込みヘッドの下コアを兼ねている。

(9) 上シールド兼下コア34の表面の凹凸を解消す

るため、ラップ等の機械研磨で上シールド兼下コア34の表面を平にする。

【0050】(10) 上シールド兼下コア34の上に書き込みのための書き込みギャップ36(アルミナ等)を形成する。

(11) コイルおよび絶縁層38を形成する。

(12) コイルおよび絶縁層38を跨ぐように上コア40を形成し、書き込みヘッド(誘導型磁気ヘッド)14を形成する。

【0051】尚、この発明は、SALバイアス方式以外のMRヘッドにも適用することができる。また、この発明は、ハードディスク用以外のMRヘッドにも適用することができる。

【0052】

〔発明の効果〕以上説明したように、請求項1～4記載のMRヘッドによれば、MR膜が時々直線状に形成された直線部と、その両側において直線部に対し傾斜して形成された傾斜部を有するので、傾斜部がトラックの記録信号に対しアジマス角を生じ、傾斜部の再生感度が大幅に低下する。したがって、トラックが直線部から左右にずれても傾斜部に対するトラックからの磁界の影響が小さくなり、これにより傾斜部から感応部の磁化に与える影響も小さくなる。したがって、オフトラック特性の左右対称性が改善され、サイドロープも低減される。これにより、狭トラックでもトラッキングサーボが可能になり、高密度記録再生が実現可能となる。また、隣接トラックからのクロストークも低減される。また、一軸異方性バイアス磁界を強めずにサイドロープを低減できるので、再生感度の低下も防止される。

【0053】請求項2記載の発明によれば、直線部に感応部を形成したので、傾斜部が非感応部となり、傾斜部の影響を受けずに直線部でトラックの記録信号を検出することができる。

【0054】請求項3記載の発明によれば、感応部を直線部の全幅よりも狭い幅に形成したので、非感応部が直線部の両端部に少しかかったところまで形成されて、傾斜部の影響をより低減することができる。

【0055】請求項4記載の発明によれば、直線部の両側で、直線部と時々同一面上にMR素子の単磁区形成用永久バイアス磁石を配設したので、直線部と傾斜部の境界部分の段差による形状異方効果が減じられて、MR素子の一軸異方性が改善される。

【0056】請求項5記載のMRヘッドの製造方法によれば、基板上に形成された下シールドを1つの底面とその両側にそれぞれ傾斜面を持つように掘り込み加工し、この掘り込みに沿ってMR素子材料を成膜することにより、掘り込みの底面に沿ってMR膜の平行部を構成し、掘り込みの斜面に沿ってMR膜の傾斜部を構成して請求項1～4のMRヘッドを作ることができる。

〔図面の簡単な説明〕

【図1】 この発明をハードディスク用誘導型・MR型複合磁気ヘッドに適用した一実施例を示す図で、(a)は記録媒体対向面側から見た斜視図、(b)はその正面図である。

【図2】 従来のハードディスク用誘導型・MR型複合磁気ヘッドを示す断面側面図および記録媒体対向面側から見た斜視図である。

【図3】 図2の誘導型・MR型複合磁気ヘッドの作製工程を示す工程図である。

【図4】 図3の続きを示す工程図である。

【図5】 通常の誘導型磁気ヘッドにて書き込みおよび再生を行なう時の状態で示す斜視図およびオフトラック特性を示す図である。

【図6】 従来のMR型磁気ヘッドによるオフトラック特性を示す図である。

【図7】 図6のオフトラック特性が得られる理由を示す図で、記録媒体に書き込まれたトラックとMR膜との相対位置とその再生出力の関係を示す図である。

【図8】 図1のMR膜46による再生時の動作を説明する平面図である。

【図9】 MR型磁気ヘッドのアジマス角とその再生出力の関係を示す特性図である。

【図10】 図1のMR膜46によるオフトラック特性を示す特性図である。

【図11】 図1の誘導型・MR型複合磁気ヘッドの作

製工程の一実施例を示す工程図である。

【図12】 図11の続きを示す工程図である。

【図13】 図12の続きを示す工程図である。

【図14】 図11(4)の掘り込み加工の具体例を示す工程図である。

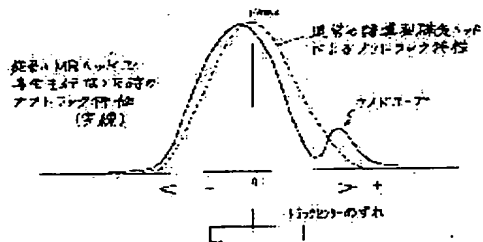
【図15】 傾斜部の角度 θ が大きすぎる場合のSAL層の膜厚不均一状態および膜層不良を示す図である。

【図16】 リード30、31を成膜するためにレジストをカットする工程の一例を示す図である。

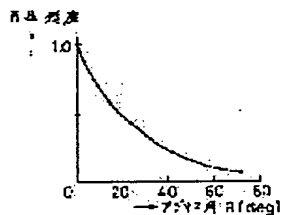
【符号の説明】

- 10 誘導型・MR型複合磁気ヘッド
- 12 MR型磁気ヘッド(MRヘッド)
- 14 誘導型磁気ヘッド
- 24 記録媒体対向面
- 28 SAL層
- 30、31 リード
- 46 MR膜
- 46-2、46-3 傾斜部
- 46-1 直線部
- 52 トラック
- 54 単磁区形成用永久バイアス磁石
- 60 記録信号の磁化反転境界線
- 70 底面
- 72、74 傾斜面
- θ 傾斜部の角度

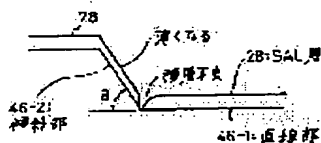
【図5】



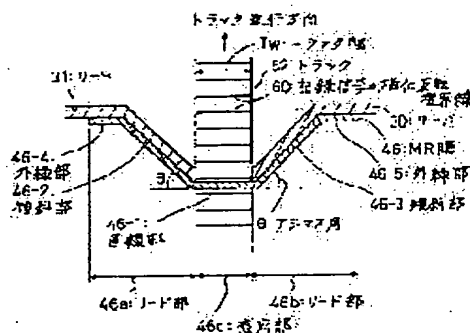
【図9】



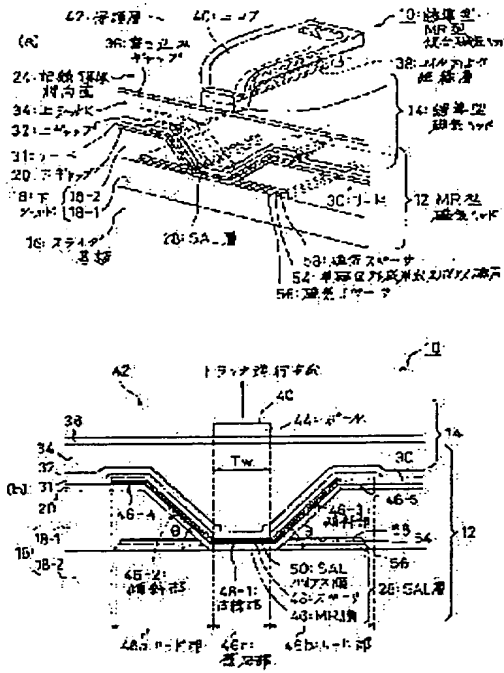
【図15】



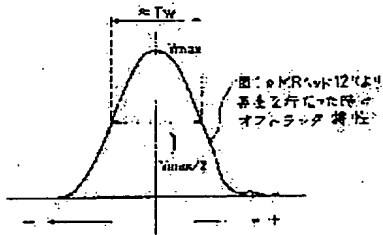
【図8】



【図1】



【図1-0】

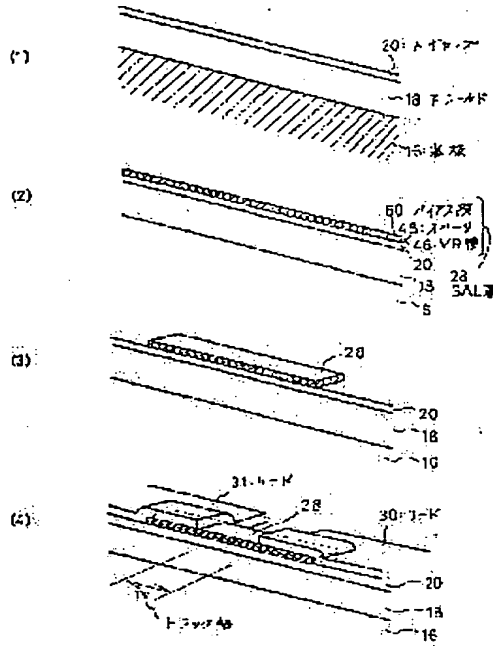


(i) トランジスタ

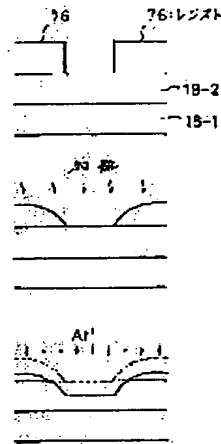
(ii) トランジスタ (70-)

(iii) トランジスタ

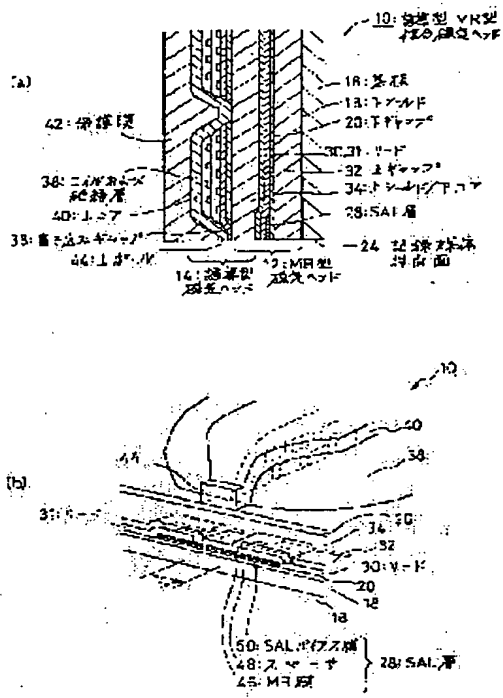
【図3】



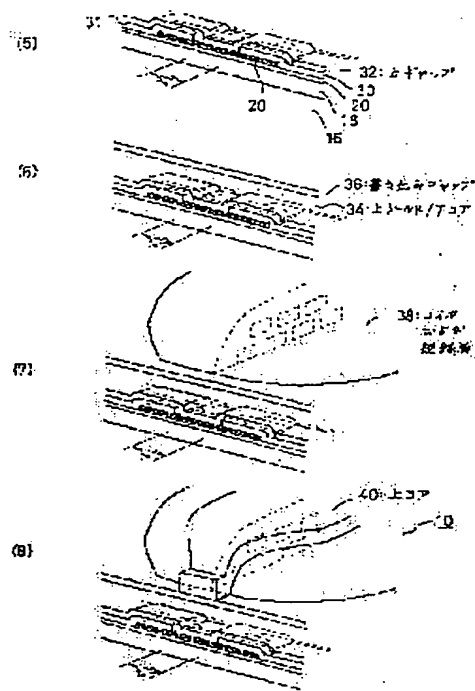
【図1-4】



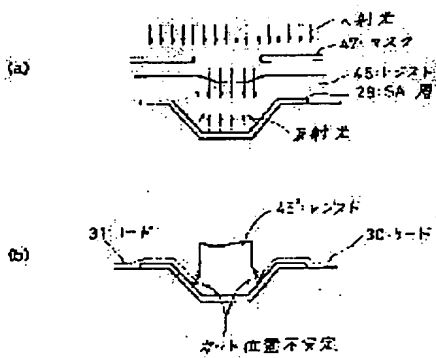
【図 2】



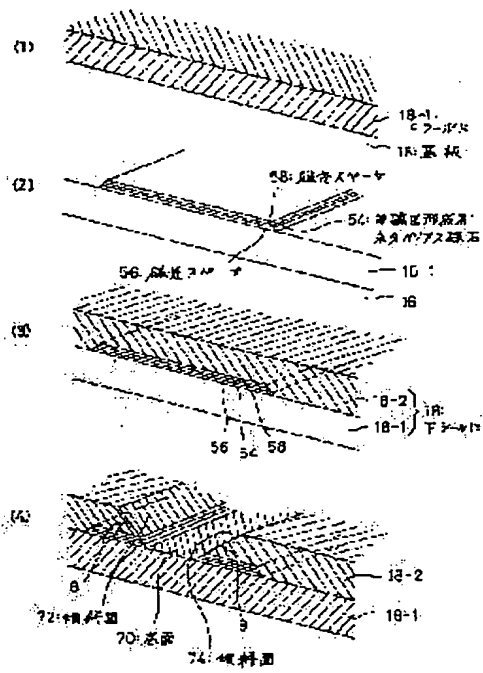
【図 4】



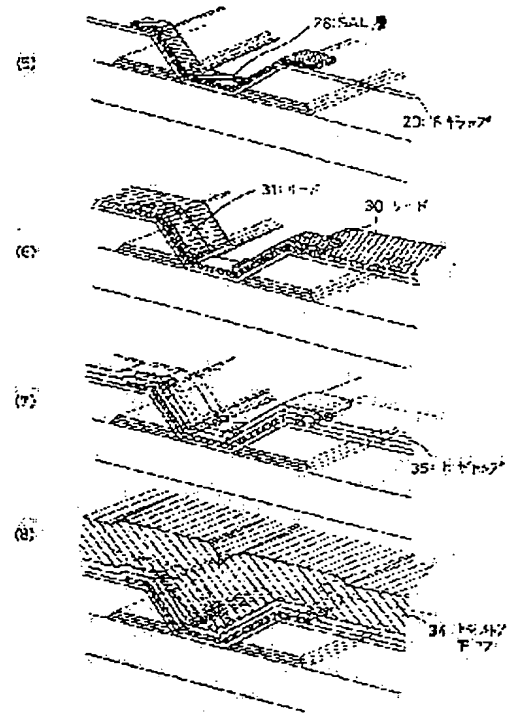
【図 16】



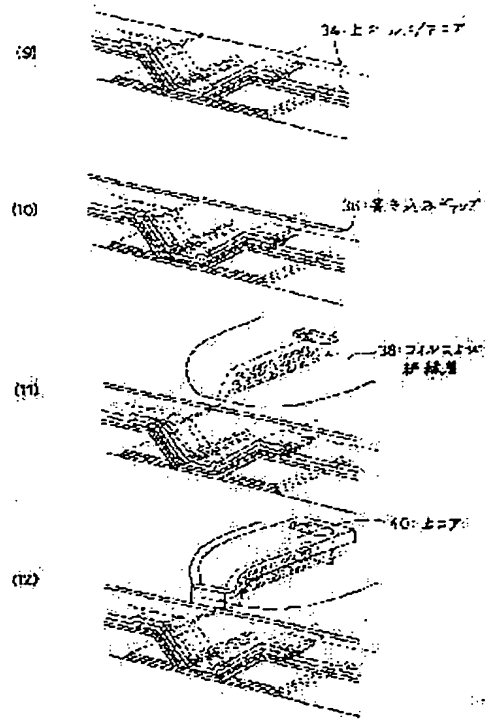
【図 11】



【図 12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.